

## Kualitas Air Tanah Bebas Kota Karimunjawa, Pulau Karimunjawa

I. HADI S<sup>a</sup>, EDI M. ARSADI<sup>a</sup>, PRIYO HARTANTO<sup>a</sup>, DYAH MARGANINGRUM<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Pusat Penelitian Geoteknologi, LIPI, Jl. Sangkuriang Bandung 40135

**ABSTRACT** Studi pendahuluan mengenai sifat kerentanan sumberdaya air pada pulau kecil, telah dilakukan dengan mengambil contoh kasus Kota Kecamatan Karimunjawa yang terletak di Pulau Karimunjawa-Kemujan, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Hasil pemetaan detail menunjukkan bahwa litologi daerah ini terdiri dari sedimen pasir lepas, endapan rawa dan Formasi Karimunjawa yang didominasi oleh batupasir masif dan keras serta pelapukannya. Berdasarkan nilai tahanan jenis hasil geolistrik dan kondisi geologi permukaan dapat dilakukan pengelompokan lapisan batuan yang terletak di bawah permukaan menjadi satuan endapan kuartar yang diwakili oleh nilai 0,8 – 27,3 ohm-m dan Satuan batuan Pra-Tersier yang dinyatakan oleh nilai 44 – 1997,5 ohm-m. Informasi hidrokimia menunjukkan adanya kelompok airtanah yang berbeda berdasarkan besaran pH dan DHL. Kelompok dengan pH bersifat asam (4,5 – 5,5) umumnya memiliki nilai DHL yang rendah (53,8  $\mu$ S/cm – 509  $\mu$ S/cm), sedang kelompok airtanah dengan pH netral-cenderung basa (7,0 – 8,0) umumnya memiliki nilai DHL berkisar 606  $\mu$ S/cm – 21300  $\mu$ S/cm. Selain itu hasil analisa kimia air menunjukkan bahwa terdapat besaran amonium yang melebihi batas ambang yang diijinkan. Pola penyebaran DHL dan hasil penafsiran geolistrik dapat diperkirakan bahwa proses penyusupan air laut selain terjadi arah tegak lurus pantai juga terjadi pada arah barat daya. Hal ini diperkuat oleh data hidrokimia yang menunjukkan bahwa air tanah bebas di daerah kota sudah terpengaruh oleh air laut yang mempunyai nilai DHL dan pH yang tinggi. Proses penyusupan air laut lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi genesa dari endapan pantai daerah studi. Hasil studi sementara menunjukkan bahwa telah terjadi proses degradasi kualitas air tanah di daerah studi. Walaupun terjadi peristiwa penyusupan air laut, proses degradasi tersebut lebih banyak dipengaruhi oleh limbah domestik.

**Kata Kunci:** sumberdaya air pulau kecil, sistem aliran air tanah, penyusupan air laut, pencemaran limbah domestik

## PENDAHULUAN

Sejak pertengahan tahun 1960 an, dunia mulai memberikan perhatian pada kondisi pulau kecil dari berbagai aspek, mulai dari sumber daya alam, ekosistem biota yang ada, kaitan jumlah penduduk dan luas wilayah, permasalahan budaya, hingga sosio-ekonomi, yang akhirnya bermuara pada pemahaman mengenai pulau kecil itu sendiri. Dalam perkembangannya secara internasional telah disepakati bahwa keberadaan sumber daya air pada wilayah pulau kecil telah menjadi aspek penting bagi usaha pengembangan dan pengelolaannya (UNESCO, 1991) serta memerlukan sejumlah perhatian khusus seperti yang telah dilansir oleh UNESCO pada tanggal 25 Maret 2002 di New York (UNESCO, 2002).

Pulau kecil adalah pulau dengan luas daratan lebih kecil dari 2000 km<sup>2</sup> (UNESCO, 1991; Falkland, 1992; Falkland, 1995). Untuk pulau dengan luas lebih kecil dari 100 km<sup>2</sup> dinyatakan sebagai pulau sangat kecil (Dijon, 1984).

Sejauh ini telah diyakini bahwa pulau kecil sebagai suatu bagian kawasan kepulauan memiliki sejumlah keunggulan komparatif berupa sumberdaya hayati dan non-hayati seperti ikan, bakau,

terumbu karang, padang lamun dan biota laut lain beserta ekosistemnya. Keunggulan tersebut telah dijadikan dasar bagi pengembangan wilayah itu. Namun dibalik sejumlah keunggulan tersebut, kawasan geografis ini ternyata menyimpan sejumlah keterbatasan. Salah satunya adalah sumberdaya air. Untuk kawasan pulau kecil terutama pada daerah tropis, beberapa pembatas yang berpengaruh pada sumberdaya air yang ada di antaranya adalah gejala penyusupan air laut dan sempitnya luas daratan terutama yang dapat berfungsi sebagai daerah tangkapan hujan.

Sistem pengelolaan sumberdaya air dengan mengabaikan keterbatasan-keterbatasan tersebut di atas dapat menyebabkan sejumlah kerusakan pada sistem tata air dan berakibat pada penurunan kualitas maupun kuantitas air yang ada. Di sisi lain, sistem tata air kawasan pulau kecil ini juga sensitif terhadap gejala perubahan alam seperti pemanasan global, pasang surut dan gelombang air laut, perubahan daerah imbuhan dan transisi periodik akibat perubahan musim.

Pada kawasan pulau dimana sistem aliran permukaan hanya memiliki waktu tempuh pendek, hal ini mengakibatkan pemanfaatan sumberdaya air untuk wilayah semacam itu lebih mengandalkan pada airtanah. Keberadaan air tanah ini sangat tergantung salah satunya kepada kondisi geologi setempat. Berdasarkan pemahaman ini Hehanussa (1993) membuat klasifikasi pulau kecil khususnya di Indonesia seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

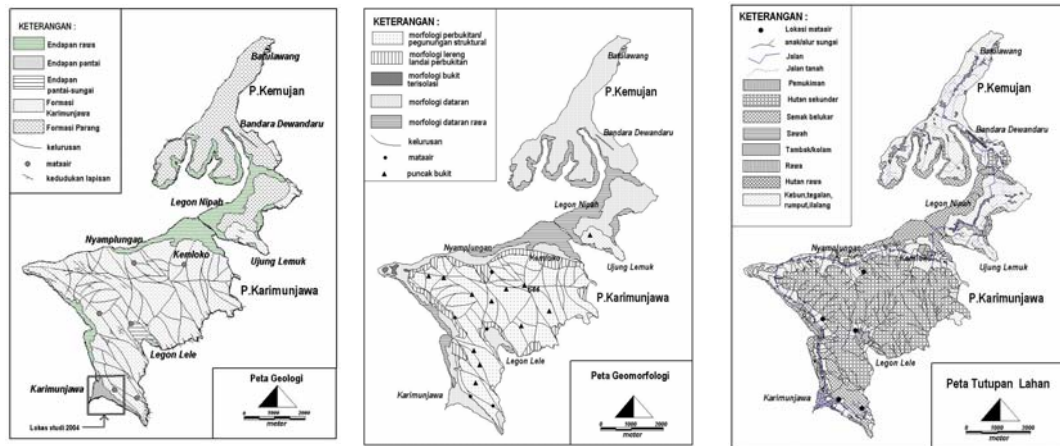
Menurut Hehanussa (1993), Pulau Karimunjawa termasuk jenis pulau petabah. Berkaitan dengan kondisi sumber daya air di pulau itu, Hartanto dan Hadi (2007) telah melakukan perhitungan mengenai imbuhan di pulau ini dengan dua pendekatan yaitu hubungan korelasi dan distribusi curah hujan dan keseimbangan massa ion khlorida dan ternyata memberikan nilai kisaran imbuhan dari 45-65 %. Untuk menentukan potensi cadangan air yang terdapat untuk Pulau Karimunjawa, nilai imbuhan yang diperoleh perlu diverifikasi kembali dengan menggunakan data curah hujan bulanan per tahunnya. Hasil penelitian Hadi et al. (2005) menunjukkan adanya dua sistem aliran air tanah di pulau tersebut. Kedua sistem aliran itu adalah sistem aliran air tanah antar butiran yang terdapat pada endapan pantai dan pelapukan dari Formasi Karimunjawa, dan sistem aliran air tanah melalui rekahan yang terdapat pada Formasi Karimunjawa. Selain itu hasil penelitian itu juga mengindikasikan kemungkinan telah terjadinya penyusupan air laut dan pencemaran limbah domestik Tulisan berikut bermaksud menyajikan hasil studi lanjutan mengenai kondisi sumber daya air pulau kecil di Pulau Karimunjawa yang terletak pada Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah.

## **TATANAN LINGKUNGAN & LOKASI PENELITIAN**

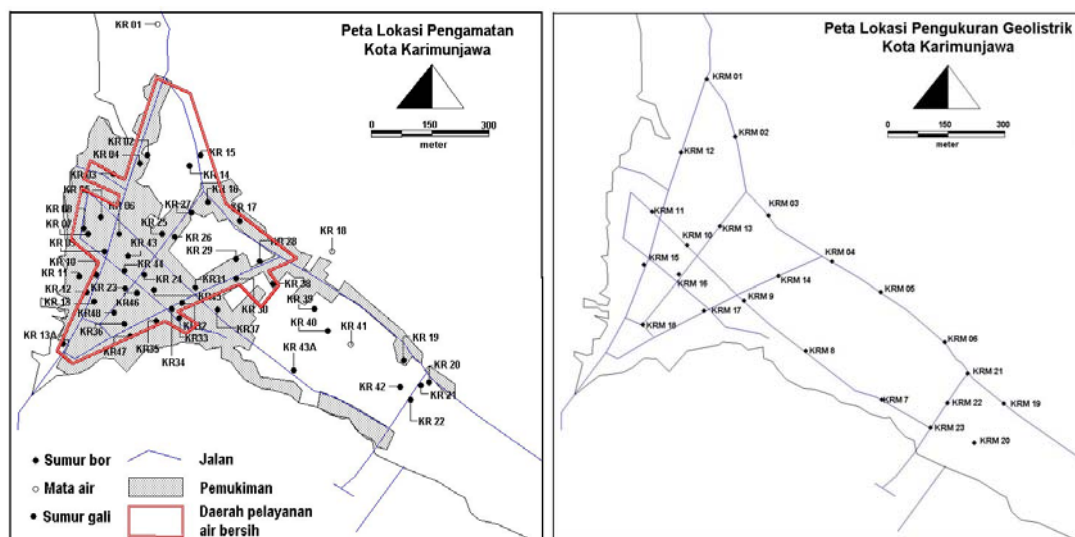
Pulau Karimunjawa, dengan luas 20.8 km<sup>2</sup>, adalah merupakan salah satu pulau terbesar pada Kepulauan Karimunjawa. Kepulauan ini sendiri terletak di sebelah utara pantai Jawa Tengah dengan jarak 65 mil. Secara administrasi kepulauan ini merupakan satu kecamatan yang menjadi bagian dari Kabupaten Jepara, Propinsi Jawa Tengah dengan ibukota kecamatan adalah kota Karimunjawa yang terletak di bagian selatan P. Karimunjawa. Kecamatan ini merupakan kumpulan 27 pulau-pulau kecil dengan total luas daratan 7120 ha. Dari sejumlah pulau tersebut, hanya P. Genting, P. Parang, P. Nyamuk, P. Karimunjawa dan P. Kemujan yang berpenduduk.

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari pihak Kecamatan setempat diperoleh data curah hujan bulanan rata-rata 5 tahun terakhir seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2 dengan jumlah curah hujan rata-rata 3120 mm, jumlah hari hujan rata-rata 114 hari. Bulan basah adalah Desember, Januari, Februari, Maret, bulan lembab adalah Nopember dan April, sedang bulan kering adalah Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober.

Pulau Karimunjawa adalah merupakan merupakan pulau berbukit dengan sejumlah puncak-puncak bukit kecil yang memiliki kelerengan yang relatif terjal. Litologi yang mendominasi pulau ini adalah berasal dari Formasi Karimunjawa yang terdiri batuan serpih filitik (*phyllitic shale*), batuan granitik, perselingan batupasir-lempung, batupasir kasar dan konglomerat.



Gambar 1. Peta geologi, geomorfologi dan tutupan lahan Pulau Karimunjawa. Lokasi penelitian berada pada ujung selatan Pulau Karimunjawa (lihat peta geologi).



Gambar 2. Peta lokasi pengamatan dan lokasi pengambilan contoh air tanah serta peta lintasan pengukuran geolistrik.

Kelompok batuan ini memperlihatkan gejala terkekarkan secara intensif. Batupasir masif dan serpih filitik cenderung lebih mudah dijumpai pada sisi tengah hingga ke arah bara pulau, sedang perselingan batupasir-lempung lebih banyak dijumpai pada bagian timur dan tenggara pulau. Secara keseluruhan kelompok batuan ini dikategorikan sebagai batuan dasar (*basement rock*) yang berumur Pra-Tersier, dan tersesarkan secara intensif. Kelompok batuan ini umumnya menempati bentang alam satuan geomorfologi Perbukitan Struktur, satuan geomorfologi Lereng Landai Perbukitan dan satuan geomorfologi Bukit Terisolasi (Gambar 1). Tutupan lahan pada formasi ini umumnya terdiri dari hutan sekunder (dominan), sebagian kecil semak belukar dan kebun, tegalan, rumput, ilalang (Gambar 1). Tanah penutup dari formasi ini umumnya bersifat pasir yang berukuran kasar, dengan ketebalan 10 – 30 cm. Alur sungai yang terdapat pada formasi ini umumnya hanya berair ketika terjadi peristiwa hujan. Aliran sepanjang tahun hanya dijumpai pada daerah mata air.

Mata air umumnya menempati bagian hulu satuan geomorfologi Lereng Landai Perbukitan dengan debit bervariasi dari 0.6 l/det (Kali),  $\pm 1$  l/det (Kapuran, dan Nyamplungan) dan 1,3 l/det (Goprak). Hasil pengukuran debit mata air Goprak pada bulan Oktober tahun 1999 adalah 0,31 l/det, mata air Kali adalah 0,16 l/det (Supriharyono, 2002). Pada musim hujan debit mata air Goprak dan Kali masing-masing adalah 1,5 l/det dan 0.75 l/det (Kanwil PU, 1997).

## METODOLOGI

Studi dilakukan dengan beberapa pendekatan meliputi studi pustaka, kegiatan lapangan, kegiatan laboratorium dan studio. Kegiatan lapangan yang dilakukan mencakup pengumpulan dan pembaruan sejumlah informasi geologi, keairan dan iklim, kondisi sosek setempat dan pengukuran geolistrik dengan menggunakan metoda Schumberger. Analisa laboratorium meliputi analisa contoh air yang diambil dari lapangan dengan penekanan pada unsur-unsur utama seperti Ca, Na, K, bikarbonat dsb. Sedangkan kegiatan studio meliputi analisa peta topografi dengan menggunakan TIN (*Trianguled Irregular Network*), analisa data geolistrik serta kompilasi seluruh data yang diperoleh.

## HASIL

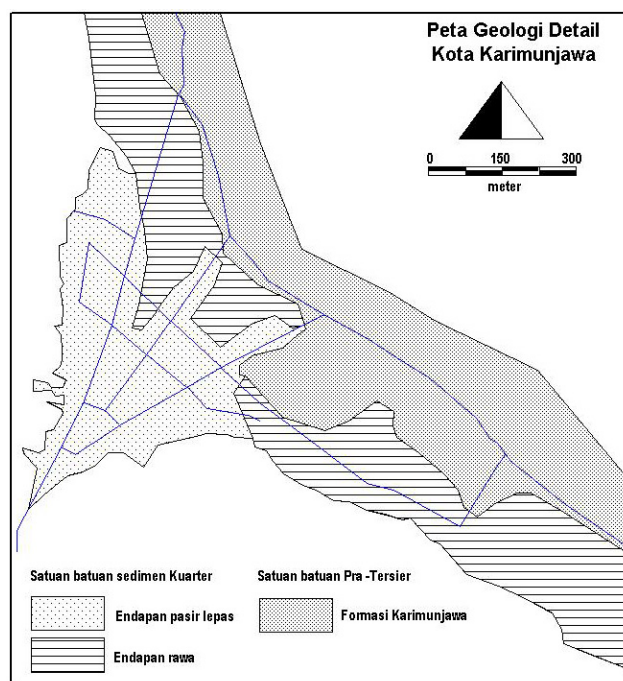
### *Geologi & Geohidrologi Kota Karimunjawa*

Dari hasil pengamatan lapangan telah disusun Peta Geologi Tinjau Kota Karimunjawa seperti yang di tunjukkan oleh Gambar 3. Daerah ini secara garis besar dibentuk oleh endapan pantai yang terdiri dari endapan pasir lepas dan endapan rawa, serta sebagian dari Formasi Karimunjawa.

Endapan pasir lepas tersusun oleh pasir kasar-halus, terkadang lanauan/lempungan, berwarna kelabu-keputihan, dan bersifat lepas. Dari sejumlah pengamatan masih dijumpai adanya lapisan lempung tipis yang berwarna putih kekuningan. Pada sumur bor yang terdapat pada lokasi KR 13 A diperoleh data tentang ketebalan pasir lepas ini yaitu mencapai 17 m.

Endapan rawa dicirikan oleh lapisan lempung lunak, kelabu-kehitaman, kaya karbonan. Di beberapa tempat endapan ini telah mengalami reklamasi. Pada saat-saat tertentu wilayah yang mengandung endapan ini masih sering digenangi oleh air laut.

Formasi Karimunjawa yang terdapat di daerah ini umumnya berupa batupasir masif yang keras, dan terkekarkan. Pada kekar-kekar ini sering dijumpai adanya lapisan tipis lempung yang berwarna putih. Selain batupasir, juga dijumpai sejumlah bongkahan granit.



**Gambar 3. Peta geologi tinjau Kota Karimunjawa.**

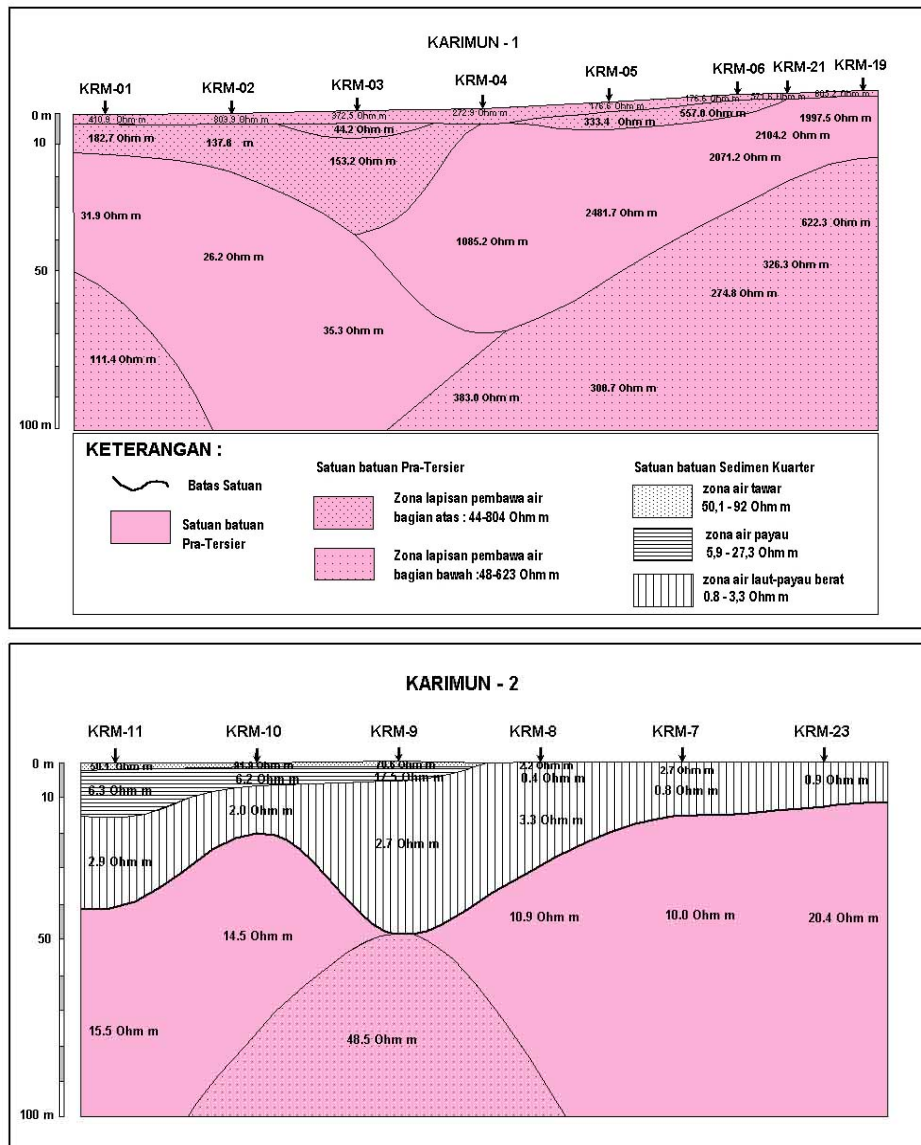
Sumur gali dijumpai baik pada endapan pasir lepas maupun pada pelapukan batupasir Formasi Karimunjawa. Kedalaman sumur gali pada endapan pasir lepas berkisar dari 0.1 - 0.5 m, sedang pada Formasi Karimunjawa kedalaman sumur gali dapat mencapai 5.6 m. Sumur bor air terdapat pada Formasi Karimunjawa. Pada lokasi KR 17, sumur bor tersebut mencapai kedalaman 44 m. Hadi et al. (2003) melaporkan adanya sumur bor air yang mencapai kedalaman hingga 100 m. Mata air yang terdapat pada formasi ini umumnya muncul dari sejumlah rekahan.

#### ***Geolistrik***

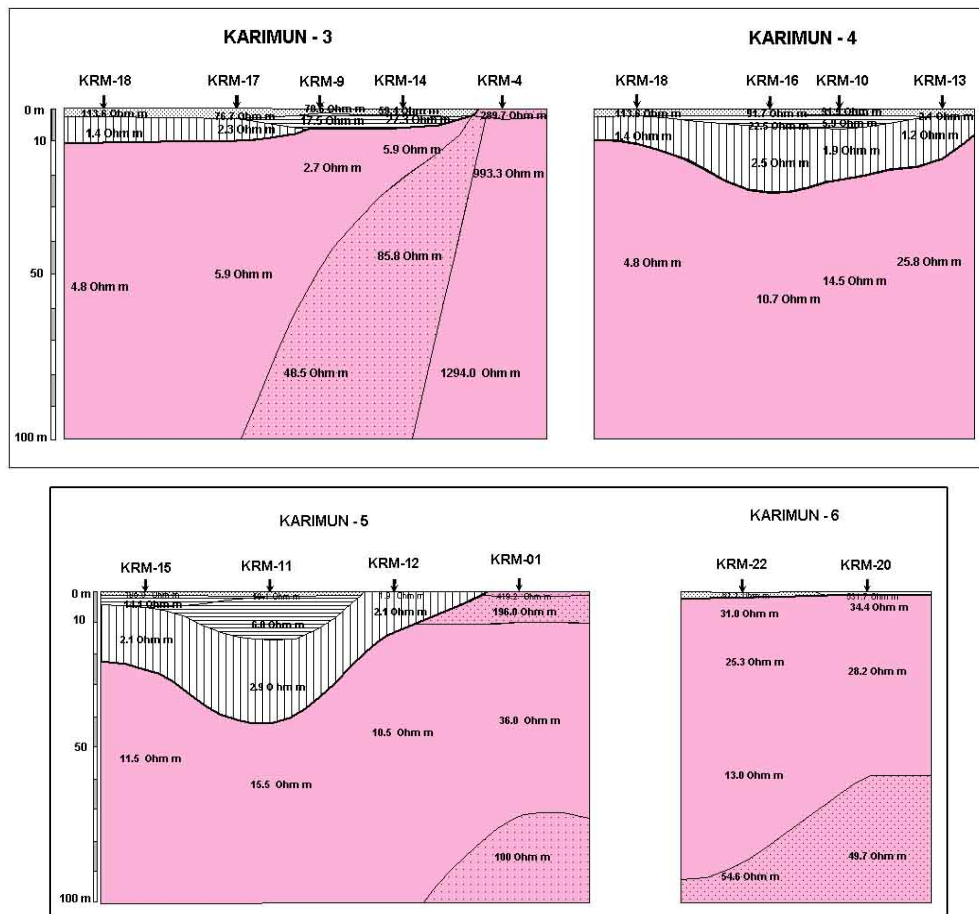
Hasil perhitungan data geolistrik pada lokasi terpilih (Gambar 2) telah memberikan sejumlah nilai tahanan jenis. Guna penafsiran kondisi bawah permukaan lokasi studi, nilai tersebut dikaitkan dengan kondisi geologinya. Berdasarkan nilai tahanan jenis dan kondisi geologi permukaan, lapisan batuan di bawah permukaan dapat dikelompokkan menjadi satuan Endapan Kuarter yang diwakili oleh nilai 0,8 – 27,3 Ohm-m dan satuan batuan Pra-Tersier yang dinyatakan oleh nilai 44 – 1997,5 Ohm-m.

#### ***Hidrokimia***

Selain pengambilan sejumlah sampel air guna keperluan analisa di laboratorium, dilakukan juga pengukuran DHL (Daya Hantar Listrik), pH dan tinggi muka air tanah. Pengamatan dan pengambilan contoh air tersebut dilakukan pada lokasi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 5. Penampang geolistrik lintasan Karimunjawa 1 dan 2.



Gambar 5. Penampang geolistrik lintasan Karimunjawa 3, 4 dan 5.

Tabel 1. Hasil pengukuran DHL, pH, suhu dan ketinggian muka air tanah di lokasi-lokasi pengamatan.

No	Kode	DHL $\mu\text{S/cm.}$	PH	Suhu $^{\circ}\text{C}$	Muka air -m	Jenis
1	KRM 1	53,8	5,0	27,8	-	Mata air
2	KRM 2	44400	8,0	27,8	-	Rawa/selokan
3	KRM 3	975	7,0	27,0	1,00	Sumur gali
4	KRM 4	2790	7,5	29,9	0,60	Sumur gali
5	KRM 5	885	7,5	27,8	0,65	Sumur gali
6	KRM 6	1100	7,0	28,2	0,70	Sumur gali
7	KRM 7	970	7,5	27,7	0,40	Sumur gali
8	KRM 8	9590	7,8	27,5	0,10	Sumur gali
9	KRM 9	606	7,0	28,2	0,50	Sumur gali

**Tabel 1. Lanjutan**

No	Kode	DHL μS/cm.	PH	Suhu °C	Muka air -m	Jenis
10	KRM 10	630	7,0	28,5	0,20	Sumur gali
11	KRM 11	1660	7,0	27,8	?	Sumur gali
12	KRM 12	2150	7,0	28,6	0,20	Sumur gali
13	KRM 13	2150	7,5	29,2	0,70	Sumur gali
14	KRM 14	77	4,5	28,4	0,20	Sumur gali
15	KRM 15	65	4,5	27,4	1,00	Sumur gali
16	KRM 16	419	4,8	29,4	0,60	Sumur gali
17	KRM 17	181	4,5	28,2	3,90	Sumur gali
18	KRM 18	75	4,5	27,9	-	Mata air Kali
19	KRM 19	91	4,5	28,9	3,25	Sumur gali
20	KRM 20	321	5,5	28,7	5,60	Sumur gali
21	KRM 21	164,1	4,5	29,4	4,80	Sumur gali
22	KRM 22	490	4,5	28,3	0,50	Sumur gali
23	KRM 23	944	7,5	27,4	0,70	Sumur gali
24	KRM 24	1043	7,2	27,7	0,40	Sumur gali
25	KRM 25	1947	7,2	27,6	0,40	Sumur gali
26	KRM 26	1615	7,2	27,4	0,10	Sumur gali
27	KRM 27	1153	7,2	27,6	0,40	Sumur gali
28	KRM 28	1721	4,5	27,8	0,20	Sumur gali
29	KRM 29	2170	7,5	27,6	0,40	Sumur gali
30	KRM 30	1256	7,5	27,6	0,50	Sumur gali
31	KRM 31	1526	7,5	28,6	0,45	Sumur gali
32	KRM 32	1102	7,5	27,0	0,40	Sumur gali
33	KRM 33	21300	7,2	28,7	0,40	Sumur gali
34	KRM 34	1839	7,5	28,0	0,50	Sumur gali
35	KRM 35	2390	7,5	28,5	0,50	Sumur gali
36	KRM 36	1203	7,5	28,0	0,50	Sumur gali
37	KRM 37	3400	7,5	26,7	2,00	Sumur gali
38	KRM 38	174	5,0	28,4	-	Mata air
39	KRM 39	278	5,0	27,9	0,50	Sumur ?
40	KRM 40	4250	7,0	28,1	-	Rawa
41	KRM 41	509	5,0	27,9	-	Belik/mataair
42	KRM 42	1454	5,0	28,2	0,50	Sumur gali
43	KRM 43	2970	7,0	27,6	0,50	Sumur gali
44	KRM 44	1004	7,0	26,9	?	Sumur gali
45	KRM 45	966	7,0	27,5	0,50	Sumur gali
46	KRM 46	726	7,0	27,8	0,50	Sumur gali
47	KRM 47	4580	8,0	27,9	0,50	Sumur gali
48	KRM 48	1288	7,0	28,8	0,90	Sumur gali



**Tabel 2. Hasil pengukuran beberapa unsur dan senyawa kimia dalam air tanah di lokasi-lokasi pengamatan.**

No	Kode	Na	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	Cl	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N
1	KRM 1	6,61	0,00	1,16	2,09	3,20	15,50	0,00	0,55	0,00
2	KRM 3	113,28	15,60	70,91	12,81	17,00	174,45	0,00	0,10	0,28
3	KRM 4	40,93	34,61	113,92	41,17	68,00	542,72	-	-	-
4	KRM 5	70,94	6,44	83,69	17,61	42,00	193,83	0,19	2,23	0,00
5	KRM 6	95,46	20,53	90,67	17,57	23,00	89,16	13,99	3,86	0,00
6	KRM 7	102,14	13,49	69,74	19,10	19,00	135,68	0,29	1,27	0,00
7	KRM 8	1565,88	50,81	209,23	131,40	58,00	3101,28	4,83	1,99	0,00
8	KRM12	369,19	18,42	53,47	40,18	33,00	523,34	1,10	1,51	0,02
9	KRM13	302,33	28,98	104,62	34,95	46,00	426,43	0,98	0,55	0,02
10	KRM14	10,62	0,00	1,16	2,09	5,50	15,50	0,03	0,55	0,01
11	KRM16	66,49	0,81	8,14	6,24	17,00	112,42	0,29	0,33	0,00
12	KRM18	10,18	0,00	2,32	2,78	7,80	19,38	0,03	0,31	0,00
13	KRM19	15,59	0,00	2,32	2,78	13,50	15,50	0,04	0,76	0,00
14	KRM20	36,92	2,22	16,27	5,48	12,00	50,39	0,15	0,61	0,00
15	KRM21	19,09	0,81	4,65	2,76	10,20	27,14	0,19	3,80	0,00
16	KRM22	86,54	1,51	5,81	4,85	23,00	112,42	0,04	1,09	0,00
17	KRM23	82,08	9,26	86,02	12,01	18,00	100,79	0,22	2,29	0,00
18	KRM24	99,91	17,71	83,69	17,61	23,00	83,35	12,00	1,21	0,00
19	KRM25	239,94	20,53	118,56	21,57	47,00	363,43	0,77	3,26	0,00
20	KRM27	117,74	7,85	74,39	21,87	4,20	178,32	8,45	0,16	0,00
21	KRM28	315,70	7,85	16,27	26,45	47,00	489,42	7,26	0,49	0,00
22	KRM29	337,99	18,42	95,32	28,72	46,00	503,96	0,48	0,93	0,02
23	KRM30	140,02	7,85	88,34	17,58	6,80	201,58	9,28	0,47	0,00
24	KRM31	38,74	9,26	102,29	20,28	13,00	201,58	5,69	0,40	0,00
25	KRM32	90,99	12,78	111,59	16,03	46,00	118,24	0,30	0,95	0,16
26	KRM34	186,45	17,00	109,27	28,62	37,00	319,82	5,94	0,37	0,02
27	KRM35	346,90	21,94	106,94	37,03	33,00	562,11	-	-	-
28	KRM36	99,91	15,60	104,62	20,27	28,00	135,68	-	-	-
29	KRM37	551,18	34,61	139,49	53,58	72,00	901,31	-	-	-
30	KRM38	26,67	0,11	4,65	5,56	12,7	42,64	-	-	-
31	KRM39	42,71	0,81	4,65	6,96	17,00	59,70	-	-	-
32	KRM40	560,10	19,12	53,47	79,32	68,00	1368,44	-	-	-
33	KRM42	235,48	4,33	18,60	25,04	42,00	390,37	-	-	-
34	KRM43	515,53	26,16	167,39	39,42	39,00	649,33	-	-	-
35	KRM44	84,31	9,97	92,99	17,55	16,00	122,11	-	-	-
36	KRM45	90,99	28,98	83,69	16,21	26,00	89,94	-	-	-
37	KRM46	46,434	5,74	81,37	10,64	13,00	59,31	-	-	-
38	KRM47	800,77	32,50	113,92	72,08	54,00	1215,31	-	-	-
39	KRM48	146,71	15,50	99,97	16,11	18,00	132,97	-	-	-

Air tanah di Pulau Karimunjawa khususnya di daerah kota dan sekitarnya dapat dibagi kedalam dua kelompok. Kelompok pertama mempunyai pH pada kisaran 4,5 – 5,5 dan DHL pada kisaran 53,8  $\mu\text{S/cm}$  – 509  $\mu\text{S/cm}$ , kecuali lokasi no 28 dan 42 yang mempunyai nilai DHL > 1000  $\mu\text{S/cm}$ . Kelompok kedua mempunyai pH pada kisaran 7,0 – 8,0 dan nilai DHL pada kisaran 606  $\mu\text{S/cm}$  – 21300  $\mu\text{S/cm}$ .

## PEMBAHASAN

### *Geohidrologi Air Tanah Pulau Karimunjawa*

Zonasi kualitas air tanah berdasarkan data geolistrik pada sedimen Kuartar seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6. Gambar tersebut menunjukkan adanya lapisan tipis air tawar (2-3 m) yang mengapung di atas air payau/air laut (lihat penampang Karimun 2, Karimun 3 dan Karimun 4). Air tanah tersebut berasal dari daerah penampang Karimun 1 dengan lapisan zona air tanah tawar yang cukup tebal. Secara geologi dan geomorfologi daerah ini merupakan tekuk lereng yang terbentuk karena kelurusan yang diperkirakan sebagai sesar (lihat Gambar 1).

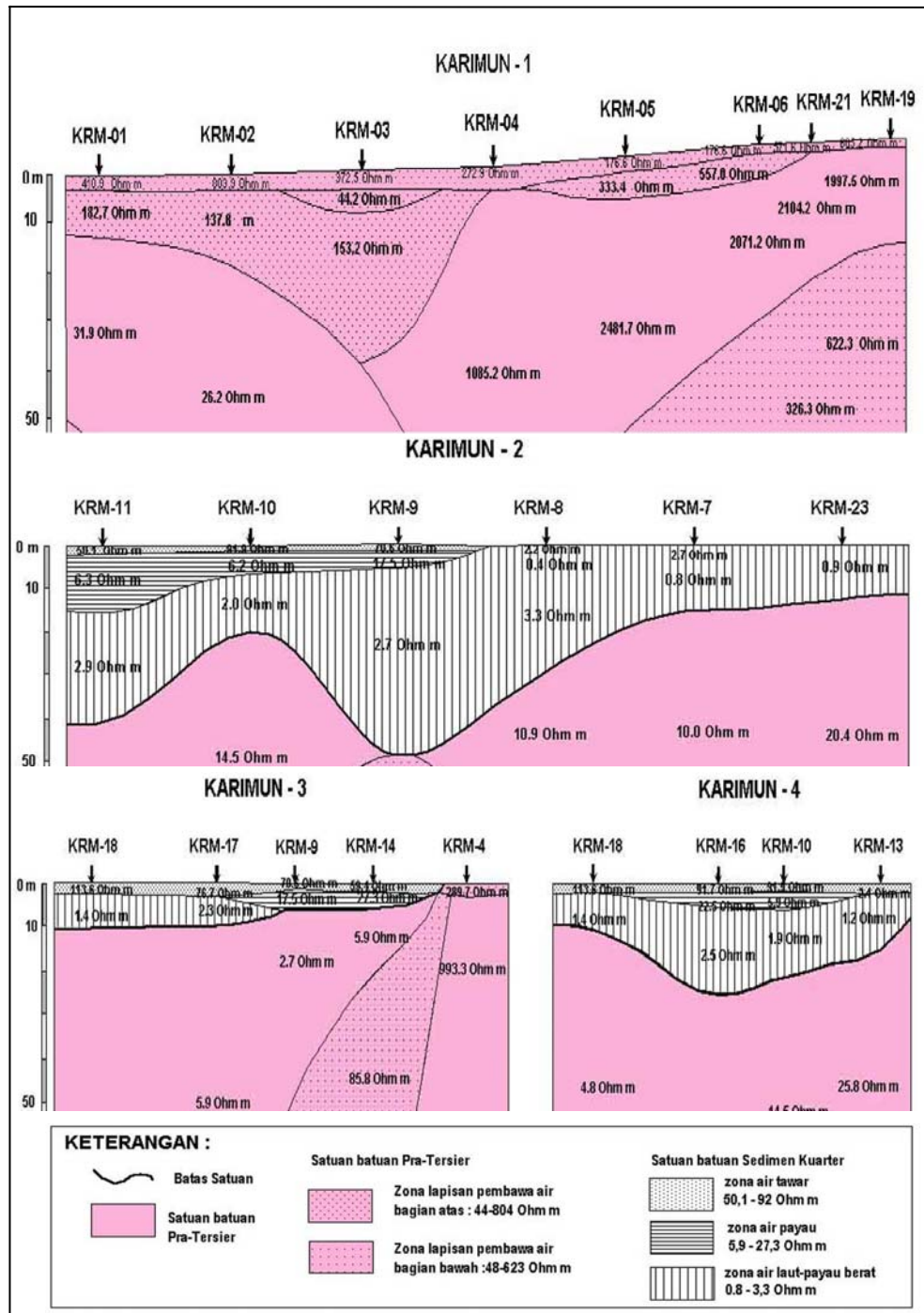
Berdasarkan nilai sebaran DHL, interpolasi pola penyebaran DHL air tanah bebas dalam bentuk dua dimensi dilakukan dengan menggunakan metoda geostatistik *IDW (Inverse Distance Weighted)*, dengan mengambil grid 80 x 60. Interpolasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan fungsi nodal dari 16 titik terdekat, dan perhitungan bobot interpolasi didasarkan pada 12 titik terdekat. Hasil yang diperoleh ditampilkan pada Gambar 7. Hasil tersebut selanjutnya diekstrak kembali guna menunjukkan pola penyebaran air tawar, air payau dan air laut di permukaan (Gambar 7).

### *Pencemaran Limbah*

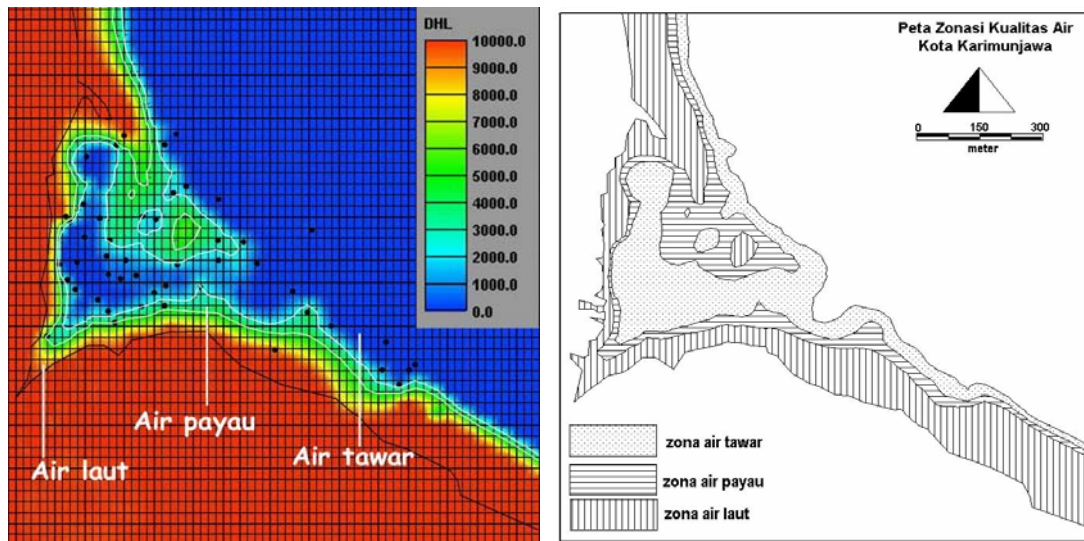
Menurut Freeze dan Cherry (1979) jenis senyawa nitrogen terlarut yang paling mudah dijumpai dalam air tanah pada keadaan normal adalah nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), ammonia ( $\text{NH}_3$ ), dan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ). Masing-masing senyawa selalu dalam kondisi saling berhubungan.

Pada lokasi studi senyawa nitrogen yang hadir dalam air tanah didominasi oleh amonium dan nitrat (lihat Tabel 2). Selanjutnya interpolasi pola penyebaran amonium dan nitrat dilakukan dalam bentuk dua dimensi dengan menggunakan metoda geostatistik *IDW (Inverse Distance Weighted)*, dengan mengambil grid 60 x 40. Interpolasi menggunakan *perhitungan fungsi nodal* dari 16 titik terdekat, dan tanpa *perhitungan bobot interpolasi*. Hasil yang diperoleh (Gambar 8) menunjukkan bahwa meningkatnya nilai amonium cenderung selalu disertai dengan meningkatnya nilai nitrat.

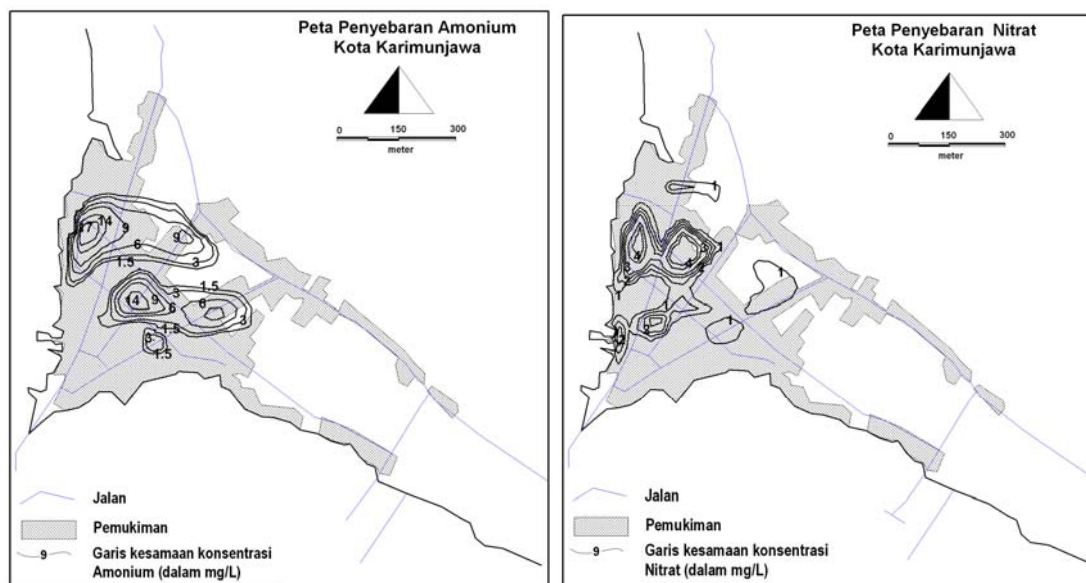
Lebih lanjut penyebaran nilai  $\text{NH}_4\text{-N}$  yang melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam Keputusan Menkes tahun 2002, (batas maksimum amonium adalah 1,5 mg/L) ternyata memiliki pelampiran yang cukup luas. Amonium tinggi diperkirakan berasal dari dekomposisi nitrogen organik misalnya dari buangan domestik/limbah organik. Adanya amonium dalam air menunjukkan pencemaran yang baru terjadi (resen) dari sistem pembuangan, meskipun nilai ini belum menyebabkan kerusakan secara fisiologis (Hart, 1974).



Gambar 6. Zonasi kualitas air tanah di Kota Karimunjawa.



Gambar 7. Distribusi nilai DHL pada daerah studi berdasarkan pendekatan geostatistik metoda IDW (kiri) dan interpretasi peta zonasi kualitas air Kota Karimunjawa.



Gambar 8. Peta kontur sebaran amonium dan nitrat Kota Karimunjawa berdasarkan hasil pengukuran di lokasi-lokasi pengamatan.

## KESIMPULAN

Pembahasan mengenai kualitas air tanah di atas menunjukkan bahwa penyusupan air laut memang telah terjadi di daerah studi, walaupun begitu peristiwa tersebut lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi geologi setempat dari pada karena dampak aktivitas manusia.

Di lokasi studi telah terjadi peristiwa pencemaran air tanah yang dicirikan oleh adanya nilai amonium yang telah melebihi batas ambang yang diperbolehkan. Pelamparan amonium yang hampir mencapai setengah dari wilayah hunian menunjukkan bahwa sanitasi yang ada sangatlah buruk.

Dari data geolistrik maupun nilai DHL yang ada menunjukkan bahwa air tanah bebas di daerah studi, walaupun tipis, tetapi merupakan bagian dari sistem regional pulau, dengan cadangan utama yang terdapat pada wilayah tekuk lereng di bagian hulu. Guna menjaga keberadaan air tanah bebas tersebut, tentunya usaha rehabilitasi lahan di daerah hulu yang memiliki tutupan lahan berupa semak belukar (Gambar 7) perlu lebih dioptimalkan.

Dari hasil studi sementara secara keseluruhan menunjukkan bahwa *telah terjadi proses degradasi kualitas air tanah di daerah studi*. Walaupun terjadi peristiwa penyusupan air laut, proses degradasi tersebut lebih banyak dipengaruhi oleh limbah domestik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Menutup tulisan ini, penulis bermaksud mengucapkan terima kasih kepada DR. Hery Harjono semasa menjabat Ka. Puslit Geoteknologi LIPI yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Selain itu tak lupa juga terima kasih bagi rekan-rekan teknisi Dadi Sukmayadi dan Sari Asmanah dari Lab. Air Puslit Geoteknologi-LIPI, Sodik A. Dari UPT Karangsambung atas seluruh dukungan dan bantuannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dijon, R. 1984. Some aspects of water resources planning and management in smaller islands. natural resources Forum, United Nation,7(2): 137- 144.
- Falkland, A.T.1992. Small TropicalIslands. IHP Humid Tropics Programme Series no 2-Unesco, 50 p.
- Falkland, T. 1995. Water resources assessment development and management of small tropical islands. Training Workshop on Water Resources Assessment and Development in Small Islands and Coastal Zone, Pari Island & Bandung, Indonesia, January 1995, 60 p.
- Freeze, R.A. dan Cherry, J.A. 1979. Groundwater. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Hart, B.T. 1974. A compilation of Australian water quality criteria. Australian Water Resources Council, Technical Paper No 7.
- Hehanussa. P.E. 1993. Morphogenetic Classification of Small Island as basis for Resources Planning in Indonesia. Seminar on Small Island Hydrology, UNESCO-ROSTSEA, Batam Island, 13 p.
- Hadi S.I., Herryal Z.A., Sumarnadi, E.T., Tjiptasmara, Sofian, A., Sunardi. 2003. Identifikasi dan Inventarisasi Sumberdaya Air pulau kecil jenis Petabah, studi kasus p. Karimunjawa-Kemujaan. Laporan penelitian Puslit Geoteknologi LIPI, 19 hal.
- Hadi S.I., Edy M.A., Tjiptasmara. 2005. Studi Pendahuluan Sumberdaya Air Tawar P. Karimunjawa-Kemujaan. LIMNOTEK, XII/ 2:1-15.

- Hartanto, P. dan Hadi, S.I. 2007. Evaluasi Kualitas dan Ketersediaan Air Pulau Karimunjawa-Kamuja Kepulauan Karimunjawa, Kabupaten Jepara. *Jurnal Teknologi Academia ISTA*, 12/1: 118-129.
- Supriharyono. 2002. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Gramedia, Jakarta
- Falkland, A. (ed). 1991. *Hydrology and water resources of small islands : a practical guide*. IHP – UNESCO, Paris, France, 435 p.
- UNESCO. 2002. *Enhancing Global Sustainability. Preparatory Committee for the World Summit on Sustainable Development (WSSD), 3rd Session*, Unesco, New York.

Naskah masuk: 14 September 2007  
Naskah diterima: 20 November 2007